

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV AUTOMOBILNÍHO A DOPRAVNÍHO
INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF AUTOMOTIVE ENGINEERING

SOUČASNÝ STAV A VÝVOJOVÉ TENDENCE V KONSTRUKCI MOTORŮ MOTOCYKLŮ.

THE PRESENT STATE AND DEVELOPMENT TRENDS OF ENGINES FOR MOTORCYCLES

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

JAKUB SUK

VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. JAROSLAV RAUSCHER, CSc.

BRNO 2008

ABSTRAKT

Cílem této bakalářské práce je zpracovat přehled konstrukčních řešení, výkonových a ekonomických parametrů motorů. Shrnutí současného stavu bude provedeno tabulkovou a grafickou formou. Na závěr budou uvedeny hlavní vývojové tendence.

Klíčová slova: motocykl, motor, konstrukce, vývoj

SUMMARY

The aim of this bachelor work is work up survey of constructional solving, wattage and economic parameters of motors. Summary contemporary state will effected tabular and graphic form. Lastly will mentioned main evolutionary tendency.

Key words: motorcycle, engine, construction, development

Bibliografická citace

SUK, J. Současný stav a vývojové tendence v konstrukci motorů motocyklů.

Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2008.

Vedoucí bakalářské práce Ing. Jaroslav Rauscher, CSc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci Současný stav a vývojové tendence v konstrukci motorů motocyklů jsem napsal samostatně pod vedením Ing. Jaroslava Rauschera, CSc. s použitím uvedené literatury.

V Brně 18. května 2008
Jakub Suk

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce
Ing. Jaroslavu Rauscherovi, CSc. za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky.

1. ÚVOD

1.1. Problematika a pojednání o řešení

Motocykly a tudíž i motocyklové motory jsou hojně využívány na celém světě v mnoha odvětvích lidské činnosti. Jednostopá vozidla jsou využívána k práci, dopravě, ve volném čase a dnes se již pro velkou část majitelů stávají i životním stylem. Těmto různorodým nárokům se snaží vyhovět výrobci motocyklů širokou škálou vyráběných typů a konstrukcí motocyklů resp. motocyklových motorů.

V této práci jsou uvedeny všechny modely motocyklových motorů, které je možné zakoupit v České republice. Do srovnání jsou zařazeny motocyklové motory o obsahu 250 ccm a výše, které jsou k prodeji v Evropě. Uvedeny jsou i soutěžní a závodní motocyklové motory, i přesto, že mají atypické parametry a výrobci neuvádějí dostatek přesných informací. Nejprve jsou v práci uvedeny stručné charakteristiky základních konstrukčních celků motocyklového motoru, následně rozdělení podle jednotlivých parametrů a na závěr některé nekonvenční konstrukce a novinky v oboru.

2. HISTORIE

2.1. Stručná historie motocyklů a pohonných jednotek

První motocykl sestrojil Goottlieb Daimler roku 1885. Nejdříve sestrojil motor s vnitřním spalováním a ten pak následně zabudoval do stroje s dřevěným rámem, který byl vlastně čtyřkolový. Motor byl umístěn uprostřed stroje, zadní kolo se pohánělo řemenicí. Výfukový ventil se ovládal mechanicky, vstup směsi do válce ovládalo sání pístu. Vzduchem chlazený motor Daimler měl 700 otáček za minutu a zapalování rozžhavenou trubičkou. Ke značnému pokroku ve zplynování došlo, když Daimlerův asistent Mach vynalezl rozprašovací karburátor. V Anglii Edward Butler postavil roku 1887 tříkolku s elektrickým zapalováním a plovákovým karburátorem. Následovala doba, kdy se motocyklové motory téměř výhradně zabudovávaly do rámců velocipedů. Velký krok kupředu byl také vynález tzv. Rouverova bezpečnostního bicyklu.



Obr. 2-1 Daimlerův motocykl

Když bratři Hildebrandové a jejich společník Alois Wolfmüller roku 1894 zkonstruovali dvouválcový čtyřdobý motor, měli už za sebou konstrukci parního motoru (kterou ale opustili) i konstrukci dvoudobého spalovacího motoru. Pro nový motor byl velocipedový rám příliš měkký, a proto jej umístili do speciálně zkonstruovaného rámu. Vyráběl se v Mnichově a licenčně ve Francii. Motocykly Hildebrand a Wolfmüller byly v některých ohledech velice pokročilé, motor byl dvouválcový a chlazený vodou. Vyznačovaly se ale i vážnými konstrukčními problémy: dlouhé ojnice pístů vedly přímo na zadní kolo, takže jízda při malých rychlostech nebyla zdaleka plynulá. Motor neměl setrvačnickou funkci, nedokonale zastávalo zadní kolo.



Obr. 2-2 Motocykl Hildebrand a Wolfmüller

Roku 1884 zkonstruoval hrabě De Dion motor podle původního Daimlerova návrhu. Byl to motor o objemu 120 ccm s podtlakovým sacím mechanicky ovládaným výfukovým ventilem. Použit byl ještě primitivní hladinový karburátor, ale zapalování už bylo elektrické. Skříň motoru byla z lehké slitiny a válce i hlavy litinové. Setrvačník byl součástí klikového hřídele. Dosahoval přes 1800 otáček, chlazení však bylo nedokonalé a motor se rychle opotřebovával. Stal se nicméně základem moderních čtyřdobých motorů

Bratři Wernerové zkonstruovali roku 1897 stroj, který měl motor De Donova typu umístěný nad předním kolem, který poháněl toto kolo pomocí kroucené kožené řemenice. Jízda tak byla mnohem plynulejší než při pohonu ozubenými koly, které měly De Dionovy tříkolky. Hmotnost motoru ovšem spočívala na vidlici předního kola, což způsobovalo problémy s řízením. Stroj sice ještě používal zapalování s rozžhavenou trubičkou, přesto se však stal standardním motocyklem přelomu století. Roku 1901 přišli bratři Wernerové s upravenou konstrukcí, připevnili motor před pedály. Nové uspořádání, s motorem uloženým uprostřed stroje výrazně zlepšilo rozložení hmotnosti a způsobilo lepší ovladatelnost stroje. Nový motocykl byl také vybaven elektrickým zapalováním a rozprašovacím karburátorem.

Motocykl Werner z roku 1901 znamenal značný pokrok oproti svým předchůdcům, stále si však uchovával primitivní rysy raných bicyklů. Motocykl neměl spojku, takže motor nemohl běžet, když motocykl stál. Brzdy byly málo účinné. Nedostatečný výkon způsoboval, že při vyjíždění do svahu musel jezdec šlapat do pedálů. Kola nebyla odpružena. Podtlakově řízené sací ventily zůstávaly viset a v neideálních podmínkách prokluzovaly hnací řemeny. V roce 1903 se už motocykly vyráběly v celé Evropě i Americe. Někteří výrobci stavěli vlastní motory, většina jich však kupovala motory už patentované. Většina motocyklů už měla odpružená přední kola, ale odpružení zadního kola považovali mnozí konstruktéři za zbytečné. Tento názor přetrval u některých značek až do čtyřicátých let.



Obr. 2-3 Motocykl Werner

V období do roku 1914 bylo dosaženo řady klíčových zlepšení. Rozžhavenou zážehovou trubičku nejstarších motocyklů nahradil nyní elektrický akumulátor a zapalovací svíčka. V roce 1898 vynalezl André Boudeville vysokonapěťové magneto, které se kolem roku 1906 používalo téměř všeobecně. Ve stejném období došlo ke zlepšení rozprašovacího karburátoru, do kterého se přivádělo palivo z plovákové komory. Značným pokrokem byla teleskopická vidlice uplatněná u motocyklu Scott. Zavedení spojky umožnilo používat náročnější, ale účinnější hnací řetěz a řada firem začala svoje stroje vybavovat i převodovkou. Jinou cestou šly naopak firmy Terrot a Rudge, které vyvinuly systém řemenového pohonu s proměnnou velikostí hnacího kotouče. Rozhodující přelom zaznamenalo také ovládání motoru, všeobecně se rozšířilo lanko a lanovod. Další vývoj výkonnosti motoru pomohl

dosáhnout vyššího stupně výkonu strojů. Tím se zase odhalily nedostatky dalších komponentů a kolotoč zdokonalování začal nanovo.

V roce 1914 se už s větším či menším úspěchem používaly všechny základní prvky moderního motocyklu. Zlomovými mezníky pak byla 60. léta 20. století a expanze japonských výrobců zapříčiňující krach řady klasických evropských výrobců. Dalším mezníkem se pravděpodobně stane vzestup čínských výrobců motocyklů na počátku 21. století, kteří stejně jako kdysi japonští výrobci nejdříve zaplavují svět levnými maloobjemovými motocykly. Překvapujícím faktorem typickým od 20. let 20. století není to, jakou měrou se motocykly zdokonalily, ale především to, jak málo se za celou dobu změnily.

3. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ MOTOCYKLOVÉHO MOTORU

V tomto oddíle jsem se zabýval teoretickým popisem jednotlivých řešení konstrukčních celků moderních motocyklových motorů s obsahem nad 250 ccm. Neuváděl jsem zde dvoutaktní motory a jejich konstrukční řešení, protože je jich v této kategorii zanedbatelný počet. V současné době je lze nalézt pouze u závodních a soutěžních motocyklů.

3.1. Klikový hřídel

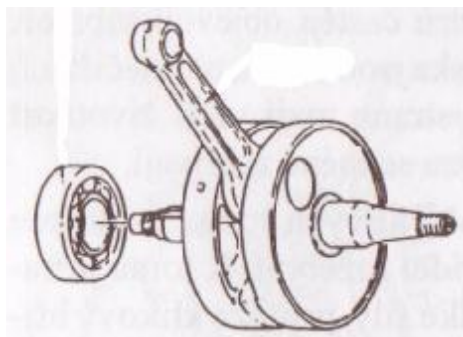
Klikový hřídel je srdcem celého motocyklu, přeměňuje vratný pohyb pístu na rotační pohyb, který je přes primární převod přenášen na převodovku a dále na zadní kolo motocyklu. Klikové hřídele dělíme podle konstrukce na:

Celistvé - Hřídel je vykován z jednoho kusu a následně obroben s vysokou přesností. Tyto hřídele se vyskytují většinou u čtyřtákních motocyklů, jsou na nich připojeny ojnice s děleným spodním okem. Hřídel je uložen až na vyjimky v kluzných ložiscích, mazaných tlakovým olejem. Plochy pod uloženími jsou broušeny a kaleny na vysokou tvrdost. Materiál pro výrobu těchto klikových hřídelů je většinou cementační ocel. Hřídel je navíc provrtán systémem kanálků pro rozvod oleje.



Obr. 3-1 Celistvé klikové hřídele čtyřválcového a dvouválcového motoru

Skládané z několika částí - Jsou to klikové hřídele, které jsou slisované nebo sešroubované z více částí. Vyskytují se většinou u dvoutákních motocyklů a jsou na nich připojeny nedělené ojnice. Hřídele jsou uloženy ve valivých ložiscích, mazaných čerstvou směsí s olejem. Vyrábějí se předkováním a následným třískovým obráběním nebo přímo třískovým obráběním z cementačních ocelí. Nevýhodou těchto typů hřídelů je značná náročnost na montáž u víceválcových motorů a nutnost opětovného rozlisování v případě poruchy ojničního ložiska.



Obr. 3-2 Klikový hřídel jednoválcového motoru skládaný z několika částí

Přímo na tělese klikového hřídele jsou umístěny setrvačníky, které akumulují energii motoru, a tím celkově vyrovnávají chod. Na klikový hřídel je přímo připojeno množství různých příslušenství: olejové čerpadlo, čerpadlo chladicí kapaliny, dobíjení, turbokompresor... Dále je ke klikovému hřídeli (většinou u jedno a dvouválcových motorů) připojen vyvažovací hřídel, který se otáčí proti klikovému hřídeli se stejnými otáčkami, a tím eliminuje vibrace motoru. Velmi důležité je správné vyvážení klikového mechanismu, protože každá nevyvážená hmota na klikovém hřídeli způsobuje jeho větší opotřebení a ztrátu výkonu.

3.2. Ojnice

Ojnice přenášejí pohyb pístu na klikový hřídel. Ojnice moderních motocyklových motorů je namáhána různými typy zatížení, které jsou navíc časově proměnné. Ojnice je ve většině případů vyráběna kování z lehké slitiny. Ojnice musí mít nízkou hmotnost a zároveň musí být dostatečně pevná. Používá se ve dvou různých provedeních: celistvá a s děleným spodním okem. V hlavě ojnice se nachází pístní čep, který je umístěn v jehlovém valivém ložisku, kluzném bronzovém pouzdru, nebo volně v materiálu ojnice. Na použití jednotlivých typů uložení závisí typ motoru a provozní zatížení. Bronzové pouzdro se nejčastěji vyskytuje u čtyřtákních a málo výkonných dvoutákních motorů. Jehličkové ložisko se používá u vysokovýkonných dvoutákních motorů. Pístní čep se vyrábí třískovým obráběním z oceli a je povrchově tvrzen a broušen.



Obr. 3-3 Klikový hřídel s děleným spodním okem

3.3. Písty

Písty spalovacích motorů mají za úkol přebírat tlak vznikající při hoření a transformovat ho na pohybovou energii. Písty musí plynotěsně oddělovat spalovací prostor od klikové skříně. V některých typech dvoutaktních motorů navíc zajišťují písty rozvod palivové směsi. Vlastní těleso pístu se vyrábí kovářím z lehké hliníkové slitiny, nebo litím pod tlakem.



Obr. 3-4 Píst s příslušenstvím

Pístní kroužky jsou jeden až tři ocelové nebo litinové kroužky umístěné v drážkách po obvodu pístu. Těsnící kroužky zajišťují, aby ze spalovací komory nepronikly plyny do klikové skříně, u čtyřtákních motorů je navíc jako poslední kroužek umístěn tzv. kroužek stírací, který stírá ze stěn válce olej. U dvoutákních motorů jsou pístní kroužky zajištěny proti pootočení malými kolíčky. Zámky zajišťují kroužky v přesné poloze a ty se pak nemůžou svými konci dostat do prostoru hran kanálů.

Pístní čep je v pístu umístěn v oku, kde je suvně uložen, nebo zalisován za tepla a zajištěn pojistnými kroužky. Zalisovaný pístní čep je výhodné použít k úspoře hmotnosti a lepšímu uložení.



Obr. 3-5 Pojistné kroužky pístního čepu

Hlava pístů musí být trvanlivá, protože na ni působí velké teploty a tlaky. U moderních čtyřtákních motorů bývají v hlavě pístu zapuštěna vybrání pro ventily.

3.4. Uspořádání motoru

Motorová skříň se vyrábí dělená vertikálně nebo horizontálně. Ve výjimečných případech je skříň nedělená, jedná se především o motorové skříně závodních motocyklů. Skříň se vyrábí litím z lehké hliníkové slitiny a následně se opracovává v místech dělicích rovin a uložení hřídelů. Jedním z požadavků na motorovou skříň je olejotěsnost. Ta je zajištěna vhodným těsněním v dělicí rovině skříně a rovinností dosedacích ploch.



Obr. 3-6 Horizontálně dělená motorová skříň (Suzuki GSX-R600)

Válce motoru zajišťují vedení pístu. V současné době se válce vyrábějí odstředivým odléváním z hliníkových slitin. Protože hliník není dostatečně tvrdý, jsou válce uvnitř vybaveny odděleně vsazenými, nebo pevně nalitými vložkami ze šedé litiny, které tvoří kluzné plochy. Některé vysoce výkonné motory mají na stěnách nanesený povlak z karbidů niklu nebo křemíku. Tento povlak zajišťuje lepší tepelnou vodivost a zvyšuje životnost válce. U dvoutaktních motorů jsou navíc ve stěnách válce kanály, které zajišťují přísun a rozvod čerstvé palivové směsi a odvod spalín. Válec musí dostatečně odvádět teplo, vzniklé při spalování, což je zajištěno vhodným chlazením. Ve válci čtyřtákních motorů je šachta, ve které je veden rozvodový řetěz nebo řemen pro ovládání rozvodů. Válce jsou ke klikové skříni upevněny kotevními šrouby. Vnější vzhled a uspořádání motoru je vždy určeno uspořádáním válců.



Obr. 3-7 Nejznámější provedení uspořádání válců motoru

3.5. Systémy chlazení

Chlazení zajišťuje bezpečnou teplotu motoru tím, že odvádí vzniklé teplo do okolního vzduchu. Známe tři základní druhy chlazení: vzduchové, kapalinové, vzducho-olejové.

Kapalinové - chladicí médium tvoří kapalina (voda s nemrznoucí přísadou), která je hnána čerpadlem, které je poháněné klikovým hřídelem. Chladicí kapalina prochází voštinovým chladičem, umístěným v přední části motocyklu, na nějž působí nápor vzduchu za jízdy. Ochlazená kapalina proudí kanály ve válcích a hlavě válců a tím je ochlazuje. V okruhu je umístěno teplotní čidlo, které měří teplotu kapaliny. V případě nízké teploty uzavře ventil na chladiči a kapalina proudí pouze v motoru. Toto čidlo také dává impuls větráku, umístěnému za chladičem, v případě vysoké teploty kapaliny. Moderní kapalinové chladicí okruhy bývají také vybaveny bezpečnostní zátkou, která praskne v případě zmrazení chladicí kapaliny, a tím zabrání prasknutí tělesa válců.



Obr. 3-8 Kapalinou chlazený motor (Ducati Desmosedici RR)

Vzduchové - chladicí médium tvoří vzduch, který volně obtéká motor. Velikost odvedeného tepla závisí na rychlosti proudění vzduchu. Na válci a hlavě motoru jsou vhodně zvolená žebra. Ta jsou zde umístěna z důvodu větší plochy a tím lepšího odvodu tepla. Vzduchem chlazené motory jsou náchylnější k přehřátí při dlouhodobém chodu na místě, vykazují také vyšší spotřebu oleje, protože jsou díly vyráběny s vyššími tolerancemi z důvodu různých hodnot roztažnosti materiálů motoru.



Obr. 3-9 Vzduchem chlazený motor (Harley Davidson)

Olejevzduchové - Jedná se o kombinaci, ve které je motor klasicky chlazen vzduchem a navíc je ochlazován motorovým olejem, který prochází přes olejový chladič. Toto řešení poprvé použila firma Suzuki v roce 1985 a pojmenovala jej SACS (Suzuki Advanced Cooling Systém). Hlavní výhodou tohoto systému byla značná úspora hmotnosti oproti kapalinovému chlazení (až 14kg). V motorové skříni je větší zásoba oleje, která je dvojitým čerpadlem hnána na mazaná místa skrz olejový chladič. Další zvláštností tohoto systému je ostřík dna pístu motorovým olejem. V olejovém chladiči se nachází tlakový ventil, který reaguje na teplotu oleje v závislosti na viskozitě oleje. V případě nízké teploty oleje uzavře přívod oleje a ten pak cirkuluje pouze v motoru.



Obr. 3-10 Olejem a vzduchem chlazený motor (Suzuki Bandit 650)

3.6. Hlava válců - rozvody

Hlava válců tvoří horní víko spalovacích komor a uzavírá plynotěsně válce. Většinou se upevňuje pomocí matic na šrouby, které vedou do válců až z klikové skříně. Mezi válce a hlavu válců se vkládá těsnění.

V hlavě válců je vytvarovaná horní část spalovacích komor. Provedení a tvar spalovacích komor má výrazný vliv na mísení směsi, spalování a odolnost motoru proti vzniku detonačního spalování. Jako nejlepší tvar spalovacích komor se jeví polokulovitý tvar, nejlépe ještě s kompresními zónami, které umožňují dobré rozvření palivové směsi.

U oddělených válců má každý válec vlastní hlavu, u víceválcových řadových motorů je hlava válců společná.

Hlava válců čtyřtákních motorů obsahuje vedle sacích a výfukových kanálů ještě díly ventilového rozvodu, u rozvodu OHC navíc vačkové hřídele. Kvůli ventilům se musí spalovací komory čtyřtákních motorů tvarově odlišovat od ideální polokoule, protože ventily nemohou mít ideálně půlkulatá dna. V důsledku toho se používají různá provedení spalovacích komor.

Nejdůležitější provedení spalovacích komor jsou: sedlovité, pánvovité, vícepánvovité. Radiálně umístěné ventily ve spalovací komoře umožňují, aby spalovací komora byla téměř ideálně půlkulovitá.

Hlava válců se zpravidla vyrábí z hliníkové slitiny. Ve vzduchem chlazených motorech jsou na hlavě válců umístěna chladicí žebra. V kapalinou chlazených motorech, jsou v tělese hlavy válců kanály, kterými protéká chladicí kapalina. V současnosti se téměř výhradně používá vícevrstvé těsnění hlavy válců. Těsnění se skládá z 60-80% z křehkého žáruvzdorného azbestu, z 8 až 12% z elastické gumy a různých plnidel. Azbest se v současnosti nahrazuje kevlar. U všech otvorů je navíc těsnění zesíleno tenkým měděným plechem.

3.6.1 Ventilový rozvod

Ventilový rozvod slouží k výměně plynů v pracovním prostoru válce. Na každý válec náleží dva až pět ventilů. K nasátí čerstvé směsi slouží sací ventily (1-3) a k výfuku zplodin hoření slouží výfukové ventily (1-2). Každý ventil sestává z dřívku a misky s kuželovitou obrubou. Ventil je v klidové pozici pevně tlačěn silnou vinutou pružinou do sedla ventilu (výjimkou je tzv. desmodromický rozvod). U moderních motorů se používají zdvojené ventilové pružiny, které zajišťují větší přítlak při zachování stejného průměru. Vedení ventilů v hlavě válců zajišťují vodítka ventilů, která jsou vyrobena ze zvláštní ocelové litiny nebo ze slinutého bronzu.

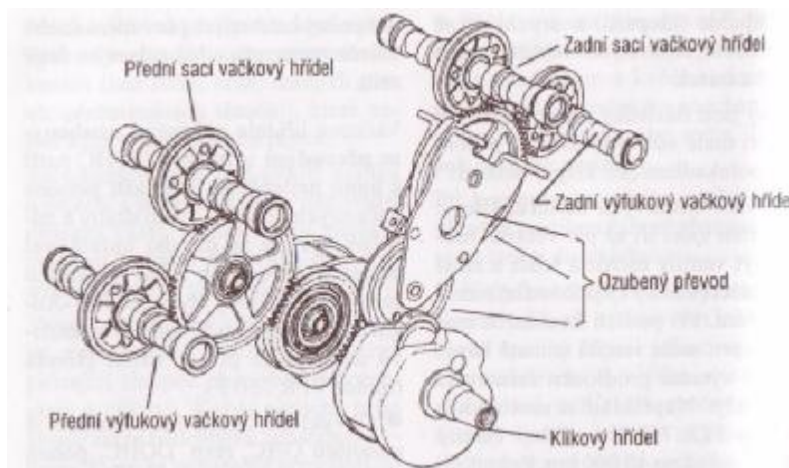
Okamžiky otevírání a uzavírání ventilů určuje vačkový hřídel. Vačkový hřídel je nejčastěji vyráběn kováním, následným obráběním a broušením na speciálních obráběcích strojích. Základní typy rozvodů podle umístění vačkového hřídele jsou:

OHC - U tohoto typu rozvodu je v hlavě válců umístěn vačkový hřídel, který ovládá ventily. Ventily jsou ovládány přímo vačkou, ta tlačí na zdvihátka umístěná na koncích dřívku ventilů, nebo nepřímo, kdy vačka tlačí na vahadla, která následně ovládají ventily. Vahadla mohou být jednoramenná nebo dvouramenná. Vačkový hřídel je poháněn klikovým hřídelem rozvodovým řetězem, ozubeným řemenem a ozubenými koly. Správné napnutí rozvodového řetězu zajišťuje poloautomatický napínák, který tlačí na vodící lišty. Rozvodový řetěz je umístěn na boku válce nebo u víceválcových motorů vede v šachtě mezi válci. Systém pohonu ozubenými koly používá téměř výhradně značka Honda. Tento systém je téměř bezúdržbový, ale výrobně nákladnější. Vačkový hřídel se otáčí polovičními otáčkami než hřídel klikový.



Obr. 3-11 Schéma rozvodu OHC

DOHC - Tento typ rozvodu je téměř identický se systémem OHC s tím rozdílem, že v hlavě válců jsou umístěny dva vačkové hřídele namísto jednoho. Jeden vačkový hřídel ovládá sací ventily a druhý výfukové ventily.



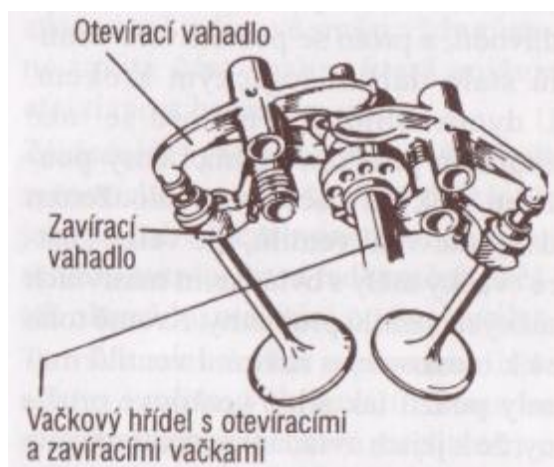
Obr. 3-12 Ventilový rozvod DOHC s ozubeným převodem (Honda VFR)

OHV - U tohoto typu rozvodu je vačkový hřídel umístěn v úrovni klikového hřídele. Vačky tlačí na zdvihací tyče, které následně ovládají vahadla, a ta otevírají ventily. Tento typ rozvodu se používá u méně výkonných motocyklů, u kterých není požadována nízká hmotnost.



Obr. 3-13 Schéma rozvodu OHV

Desmodromický rozvod - Tento typ rozvodu používá výhradně italská továrna Ducati. Výhodou tohoto systému je, že samotný ventil nevrací pružina, ale zavírací vahadlo, a tím odpadá nebezpečí zničení motoru v případě poruchy pružiny. Váčkový hřídel je většinou poháněn klikovým hřídelem pomocí ozubeného řemenu. Na váčkovém hřídeli jsou navíc zavírací vačky, které tlačí na zavírací vahadla, a tím uzavírají ventily.



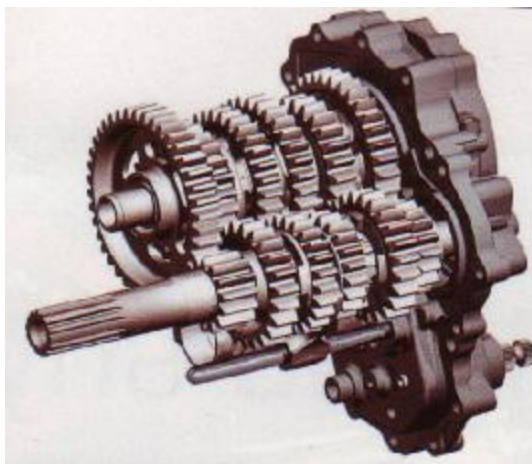
Obr. 3-14 Desmodromický systém rozvodu

3.7. Převodovka, spojka

Převodovka slouží k optimálnímu využití výkonu a kroutícího momentu motocyklu. Převodovky se v současné době vyrábějí s čtyřmi až šesti rychlostními stupni. Manuální převodovka se skládá z dvou až tří hřídelů, na kterých jsou nasazeny páry ozubených kol. Ty jsou po hřídelích posouvány pomocí řadících vidlic, které ovládá řadící kulisa, nebo jsou umístěny v prostorově úsporných řadících válcích. Hřídele i ozubená kola jsou vyráběny z legovaných ocelí a povrchově tvrzeny.

Převodovky bývají integrované do motorové skříně z důvodu úspory hmotnosti a celkového zmenšení délky pohonného ústrojí. Zvláštním typem jsou tzv. kazetové převodovky, které lze vyjmout z motorové skříně bez nutnosti demontáže motoru z rámu. Převodovka také může být umístěna mimo motorovou skříň. Toto řešení používá především značka Harley Davidson.

Existují také různé druhy automatických převodovek, jejichž konstrukce a funkce se liší podle výrobce a jsou často chráněny patenty.



Obr. 3-15 Kazetová převodovka (Ducati Desmosedici RR)

Spojka tvoří spojovací a rozpojovací článek mezi motorem a převodovkou. Pro motocykly s manuálním řazením se používají lamelové třecí spojky. Dělí se podle média, ve kterém pracují, na suché a mokré, podle počtu lamel na jedno a více lamelové.

Suché spojky používají se především u závodních motocyklů a výkonných silničních sportovních motocyklů. Suchá spojka dokáže přenášet výrazně vyšší síly, její nevýhodou je vyšší hlučnost a nižší životnost.

Kapalinové spojky jsou umístěny na většině současných motocyklových motorů. Pracují na stejném principu jako spojka suchá, jen jsou ponořeny v olejové náplni motoru. Vyznačují se klidnějším a plynulejším záběrem, ale jsou velmi citlivé na použitý olej a nepřenesou tak velké síly.

Jednolamelová spojka je upevněná na setrvačnicku motoru, který je mezi blokem motoru a vstupním hřídelem převodovky. Tento typ se používá u motorů, které mají klikový hřídel umístěný souběžně se směrem jízdy motocyklu. Značky Moto Guzzi a BMW.

Vícetlamelová spojka pracuje na principu tření lamel, které jsou přitlačovány k sobě pomocí pružin. Lamely jsou umístěny ve spojkovém koši, který je přes primární převod spojen s klikovým hřídelem. Spojka je umístěna na boku motoru. Vyskytuje se na většině soudobých motocyklů.

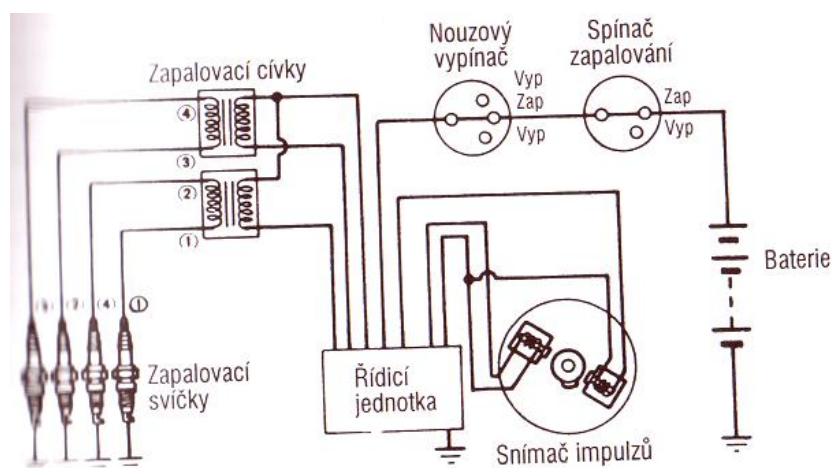


Obr. 3-16 Mokrá vícetlamelová spojka (Kawasaki Ninja 636)

3.8. Zapalování

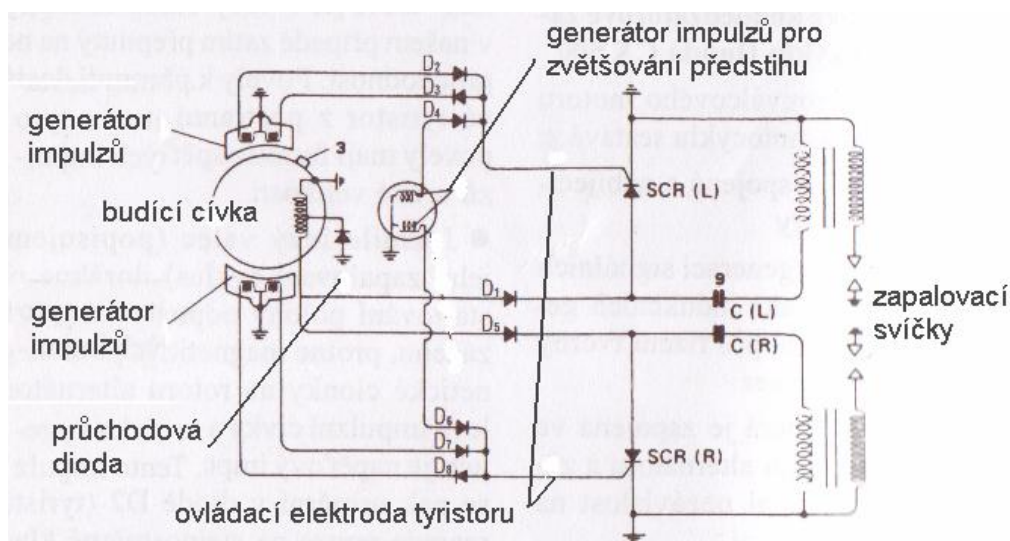
Systém zapalování slouží ke vznícení směsi v pracovním prostoru válce ve správném okamžiku pomocí zapalovací svíčky. V současné době se používají tyto tři druhy zapalování:

Bezkontaktní tranzistorové zapalování (TZ, TCI) - Bezkontaktní cívkové tranzistorové zapalování pracuje s elektrickými impulzy, které simulují funkci přerušovače. Snímač impulzů sleduje impulzy, které udává natočení klikového hřídele, a tyto impulzy posílá ve formě elektronického signálu do řídicí jednotky, kam také vstupuje napětí z baterie. Řídicí jednotka v závislosti na impulzech rozhoduje, v kterém okamžiku a na kterou zapalovací cívku přivede napětí. Z cívky směřuje napětí na svíčku, kde přeskočí jiskra.



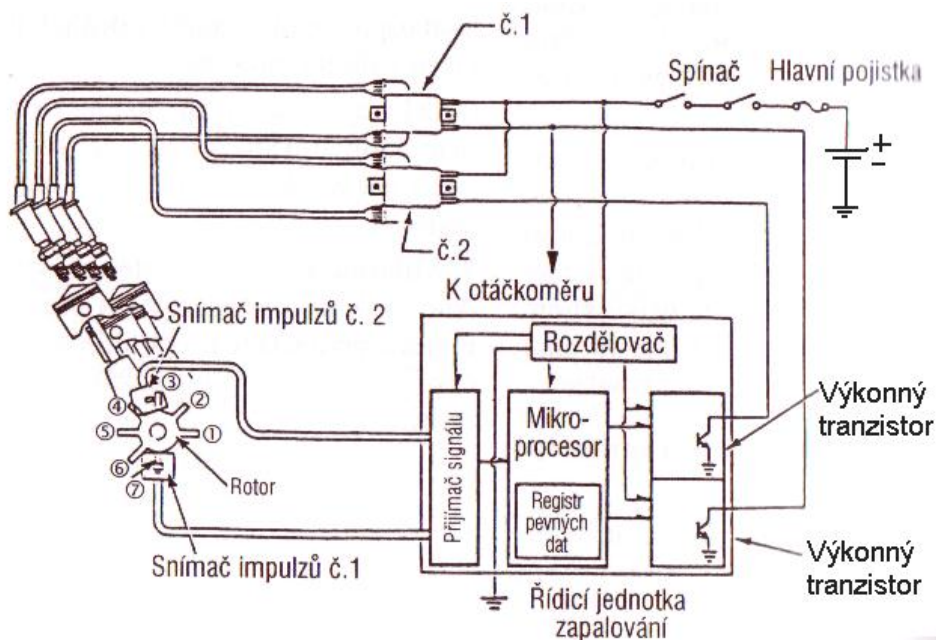
Obr. 3-17 Bezkontaktní tranzistorový zapalovací systém

Vysokonapěťové kondenzátorové zapalování (HKZ, CDI) - Spojuje výhody tranzistorových systémů a použití kondenzátorů pro zvyšování zapalovacích napětí a pro akumulaci energie. Jakmile se začne otáčet alternátor, vytvoří se proud v budící cívce zapalování. Vysokonapěťový proud indukovaný v budící cívce pak teče do diody, která ho usměrňuje na stejnosměrný. Proud pak nabije kondenzátor. Tyristor je v tomto případě zatím přepnutý na průchodnost. Povel na přepnutí dostává tyristor z postranní větve a tyto povely mají formu napěťových impulzů určité velikosti. Jakmile válec dosáhne polohy odpovídající bodu zážehu, protne magnetické pole magnetické clonky na rotoru alternátoru impulzní cívky a tato cívka vygeneruje napěťový impulz. Tento impulz se pak usměrní v diodě a přivede se do tzv. brány tyristoru. Po obdržení tohoto impulzu se tyristor přepne a energie uložená v kondenzátoru se vybije přes primární vinutí zapalovací cívky. V ten samý moment se v sekundárním vinutí cívky indukují vysoké napětí, které se dostane do zapalovací svíčky, a na jejích kontaktech přeskočí jiskra.



Obr. 3-18 Bezkontaktní kondenzátorový zapalovací systém

Mikroprocesorové zapalovací systémy - Tyto systémy se od tranzistorových liší v řídicí jednotce. Výstupní jednotky mikroprocesorové řídicí a zapalovací jednotky jsou tvořeny masivními výkonnými tranzistory, které řídí primární proud vstupující do zapalovacích svíček. U tohoto systému lze velmi přesně přizpůsobit předstih zapalování otáčkám a zatížení motoru. Podle dat pevně uložených a podle okamžitých dat mikroprocesor rozděluje napětí do výstupních tranzistorů, které pak vydávají povely pro přeskočení jiskry v příslušném okruhu. Tyto systémy zapalování bývají vybaveny omezovačem otáček, který zabráňuje zničení motoru.



Obr. 3-19 Mikroprocesorový zapalovací systém (Honda CBR 1000F/600F)

3.9. Příprava směsi

Palivo putující z nádrže prochází zařízením, které zajišťuje jeho vhodném smíchání se vzduchem v závislosti na zatížení motoru. K tomuto účelu se v současnosti používá vstřikování a karburátory, které jsou však již na ústupu.

Karburátor

Pracuje na principu Venturiho trubice. Palivo je strháváno proudem vzduchu a následně se s ním mísí. Karburátory se vyrábí tlakovým litím z hliníkové slitiny, u motocyklů se až na výjimky používá na každý válec samostatný karburátor. V současnosti se používají dva druhy karburátorů:

Šoupátkový karburátor - V tomto typu karburátoru zajišťuje tvorbu palivové směsi jehla upevněná na šoupátku ve spojení s tryskou. Šoupátko je ovládáno přímo plynovým táhlem, v klidovém stavu uzavírá přívod vzduchu a motor pak běží díky volnoběžné trysce. Přítok paliva reguluje plovákový systém a udržuje konstantní hladinu paliva v karburátoru. Čím více se šoupátko společně s jehlou zvedá tím více proudí karburátorem vzduchu, který strhává sebou více paliva. Pro lepší startování je na karburátoru umístěn tzv. sytič, který pracuje na principu obohacení směsi během startování. Dále může karburátor být vybaven akceleračním systémem (akcelerační pumpička). Tento systém vstříkne palivo do sacího potrubí v případě potřeby prudké akcelerace. Karburátory tohoto typu se v současné době používají téměř výhradně u závodních a soutěžních motocyklů.



Obr. 3-20 Šoupátkový karburátor DellOrto VHSB 34 LD

Karburátor s konstantním tlakem, membránový - Tento typ karburátoru představuje další článek ve vývojový šoupátkového karburátoru. V tomto typu karburátoru je prostřednictvím plynové rukojeti ovládána škrtící klapka v sacím potrubí karburátoru, která ovlivňuje množství nasávaného vzduchu. Jehla ovládající množství nasávaného paliva je zavěšena na šoupátku, které je připevněno k pružině a membráně a pohybuje se jen na základě podtlaku v sacím potrubí. Nesporné výhody jsou v tom, že motor nasává pouze potřebné množství palivové směsi, takže pracuje ve všech režimech úsporně, plynule a bez zahlcování. Před šoupátkem je navíc umístěná další klapka, která funguje jako sytič. Moderní karburátory tohoto typu bývají navíc doplněny snímačem polohy škrtící klapky, z něhož údaj o poloze klapky putuje do řídicí jednotky, která na základě tohoto údaje upravuje předstih zapalování.



Obr. 3-21 Baterie rovnotlakých karburátorů Mikuni

Vstřikování

Vstřikování se dnes stává nejrozšířenějším způsobem přípravy paliva a pomalu ale jistě vytlačuje karburátory. Ve spojení s mikroprocesorovou řídicí jednotkou (u většiny moderních vstřikovacích systémů je řídicí jednotka integrovaná dohromady s řídicí jednotkou elektronického zapalování) jsou tyto systémy schopné zajistit tvorbu optimální palivové směsi za všech podmínek. Úpravy v nastavení vstřikovacího systému lze provádět pouze pomocí speciálního diagnostického zařízení.

K míchání palivové směsi dochází v sacím potrubí krátce před vstupem do válců. Táhlem plynové rukojeti je ovládána pouze škrtkovací klapka vzduchu, množství vstřikovaného paliva určuje řídicí jednotka na základě otáček motoru, polohy škrtkovací klapky, údajů z lambda sondy a dalších. U některých motocyklů je v sacím potrubí druhá škrtkovací klapka, která je ovládána řídicí jednotkou. Vstřikování paliva zajišťují elektromagnetické vstřikovací ventily. Potřebný tlak paliva zajišťuje elektrické čerpadlo v palivové nádrži.



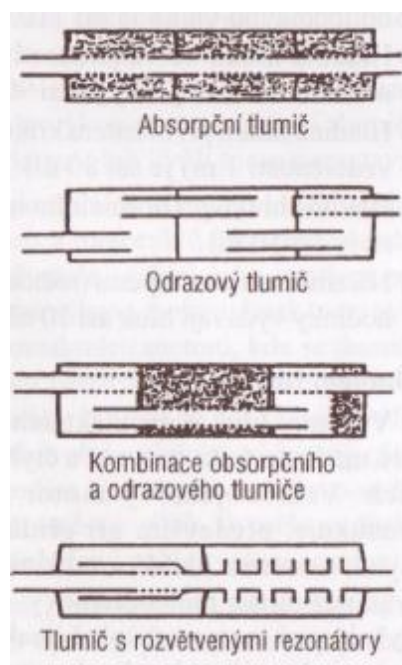
Obr. 3-22 Vstřikovací systém s dvěma vstřikovači a dvěma škrtkovacími klapkami (Suzuki GSX-R 1000)

3.10. Výfuková soustava

Výfukové soustavy čtyřtákních motorů slouží k odvodu spalín z prostoru válce a utlumení hluku při tomto procesu vznikajícím. Na tvaru a konstrukci výfukového potrubí a tlumiče závisí výkon dosažitelný motorem. Výfuková soustava se skládá z výfukového potrubí a tlumiče.

Výfukové potrubí bývá nejčastěji vyrobeno ocelových trubek, které jsou pochromovány, nalakovány a nebo z nerezoceli. U víceválcových motorů bývají jednotlivá výfuková potrubí propojena interferenčním potrubím. Toto potrubí ovlivňuje rázové vlny vytvářené spaliny a působí pozitivně na točivý moment a výkon motoru. Potrubí bývá svedeno do jedné trubky a v tomto spoji může být umístěn katalyzátor. Motocykly bývají v dnešní době vybaveny až třemi různými katalyzátory. Katalyzátory se dělí na řízené a neřízené.

Tlumič výfuku slouží především k utlumení hluku. Existují různé konstrukce tlumiče výfuku. Nejpoužívanější je absorpční tlumič, odrazový tlumič, tlumič s otevřenými rezonátory a jejich kombinace. Při návrhu konstrukce výfukové soustavy se hledá kompromis mezi dostatečným utlumením hluku, pohlcením škodlivých látek v katalyzátoru a co nejmenší ztrátou výkonu.



Obr. 3-23 Různé typy konstrukce tlumiče výfuku

4. SHRNUTÍ SOUČASNÉHO STAVU NA TRHU

V tomto oddílu byly zpracovány parametry přibližně tří set motocyklů, které jsou v prodeji na Evropském trhu. U všech motocyklů nebylo dostatečně dobře možné zjistit všechny požadované informace, protože je výrobce neuvádí. Informace byly čerpány především z literatury [4].

4.1. Rozdělení výrobců podle země původu

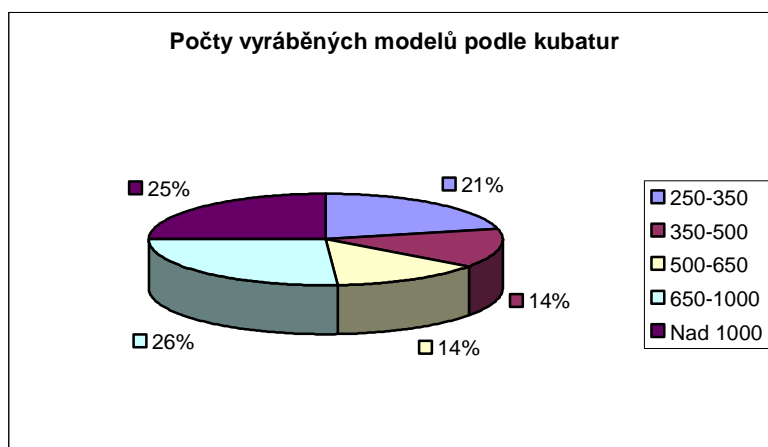
Země původu	Značka	Země původu	Značka
Itálie	Aprilia	Německo	BMW
	Benelli		Sachs
	Beta	Španělsko/Francie	Sherco
	Bimota	Česká republika	Jawa
	Cagiva		JRM (Jawa Divišov)
	Ducati	Rakousko	KTM
	Gilera	Francie	Peugeot
	Husaberg		Voxan
	Husqvarna	Velká Británie	Triumph
	Malaguti	Rusko	Ural
	Moto Guzzi	USA	Buell
	Moto Morini		Harley Davidson
	MV Agusta	Japonsko	Honda
	Piaggio		Kawasaki
	TM		Suzuki
	GM		Yamaha
Španělsko	Gas Gas	Jižní Korea	Hyosung
	Montesa	Čína	Adams
	Derbi		Jincheng
Tchajwan	SYM		Yuki
	Kymco		Keeway
			Kentoya

Obr. 4-1 Tabulka rozdělení výrobců podle země původu

4.2. Zdvihový objem

Zdvihový objem [ccm]	250-350	350-500	500-650	650-1000	Nad 1000
Počet vyráběných modelů	61	40	40	75	72

Obr. 4-2 Tabulka rozdělení podle zdvihových objemů

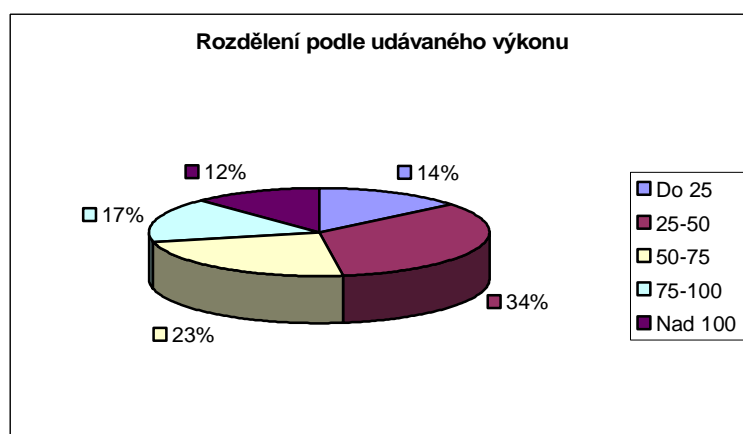


Obr. 4-3 Graf rozdělení podle zdvihových objemů

4.3. Výkon

Výkon [kW]	Do 25	25-50	50-75	75-100	Nad 100
Počet vyráběných modelů	35	83	58	41	30

Obr. 4-4 Tabulka rozdělení podle udávaného výkonu v kW

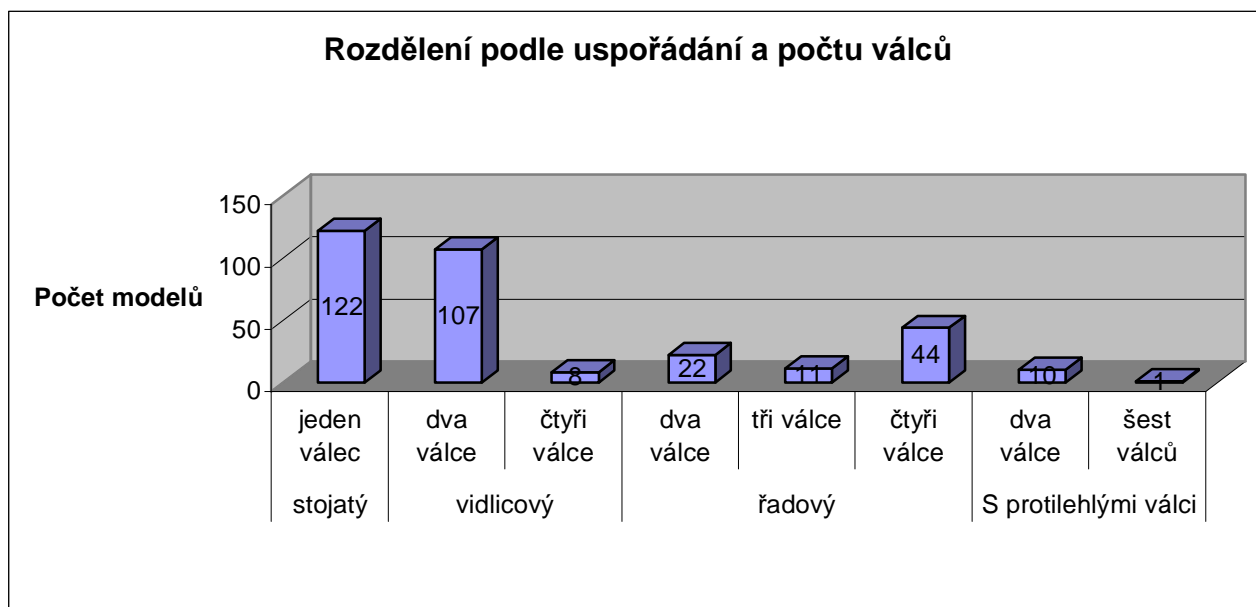


Obr. 4-5 Graf rozdělení podle udávaného výkonu v kW

4.4. Uspořádání a počet válců

Uspořádání válců	stojatý	vidlicový	řadový			s protilehlými válci		
Počet válců	1	2	4	2	3	4	2	6
Počet vyráběných modelů	122	107	8	22	11	44	10	1

Obr. 4-6 Tabulka rozdělení podle uspořádání a počtu válců

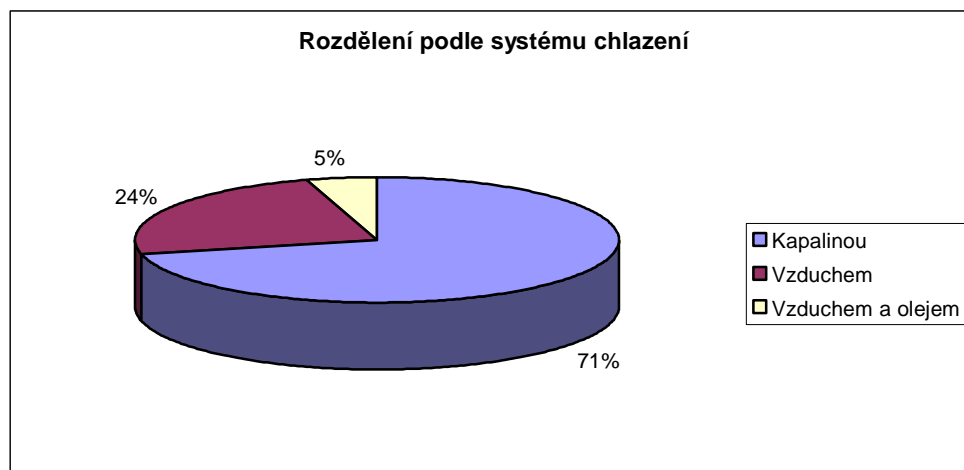


Obr. 4-7 Graf rozdělení podle uspořádání a počtu válců

4.5. Systém chlazení

Systém chlazení	Kapalinou	Vzduchem	Vzduchem a olejem
Počet vyráběných modelů	231	78	15

Obr. 4-8 Tabulka rozdělení podle používaného systému chlazení

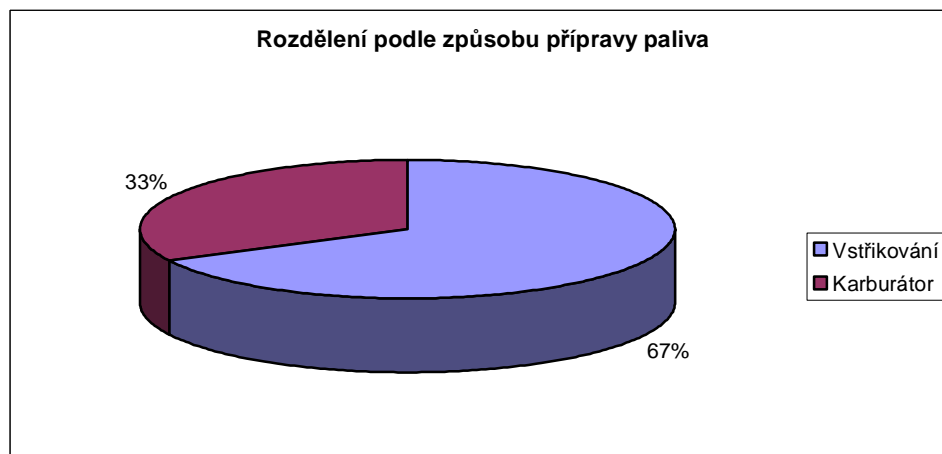


Obr. 4-9 Graf rozdělení podle používaného systému chlazení

4.6. Příprava paliva

Příprava paliva	Vstřikování	Karburátor
Počet vyráběných modelů	221	107

Obr. 4-10 Tabulka rozdělení podle způsobu přípravy paliva

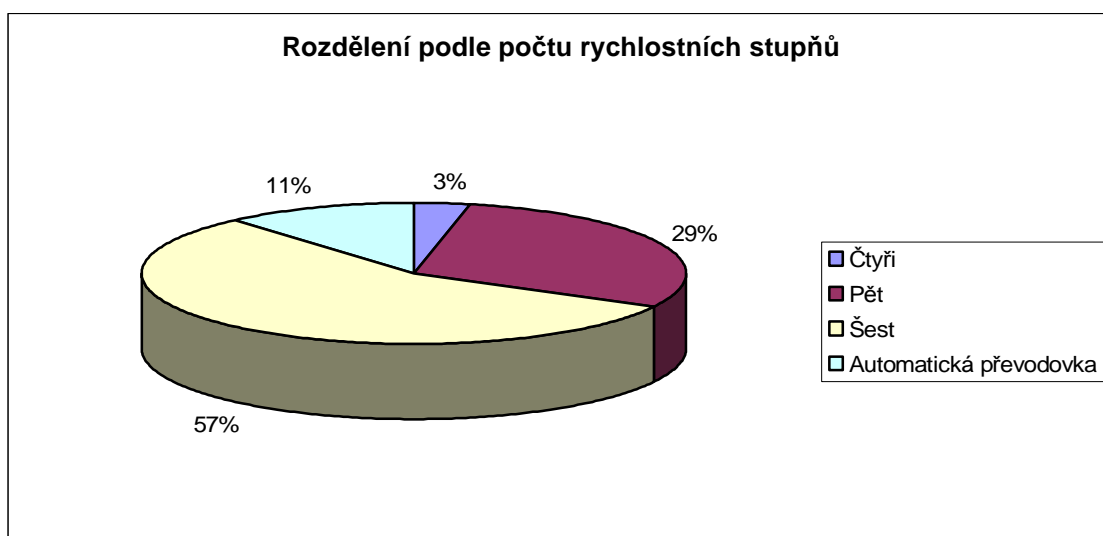


Obr. 4-11 Graf rozdělení podle způsobu přípravy paliva

4.7. Počet rychlostních stupňů

Počet rychlostních stupňů	Čtyři	Pět	Šest	Automatická převodovka
Počet vyráběných modelů	11	99	189	38

Obr. 4-12 Tabulka rozdělení podle počtu rychlostních stupňů

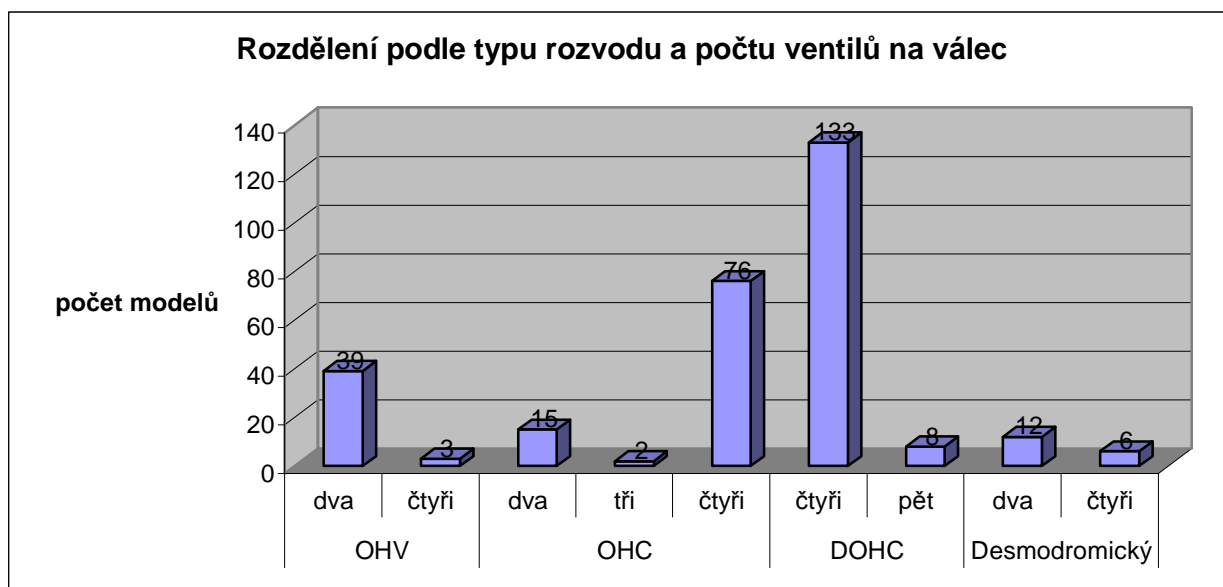


Obr. 4-13 Tabulka rozdělení podle počtu rychlostních stupňů

4.8. Rozvod a počet ventilů na válec

Typ rozvodu	OHV		OHC			DOHC		Desmodromický	
Počet ventilů na válec	2	4	2	3	4	4	5	2	4
Počet vyráběných modelů	39	3	15	2	76	133	8	12	6

Obr. 4-14 Tabulka rozdělení podle typu rozvodu a počtu ventilů na válec



Obr. 4-15 Graf rozdělení podle typu rozvodu a počtu ventilů na válec

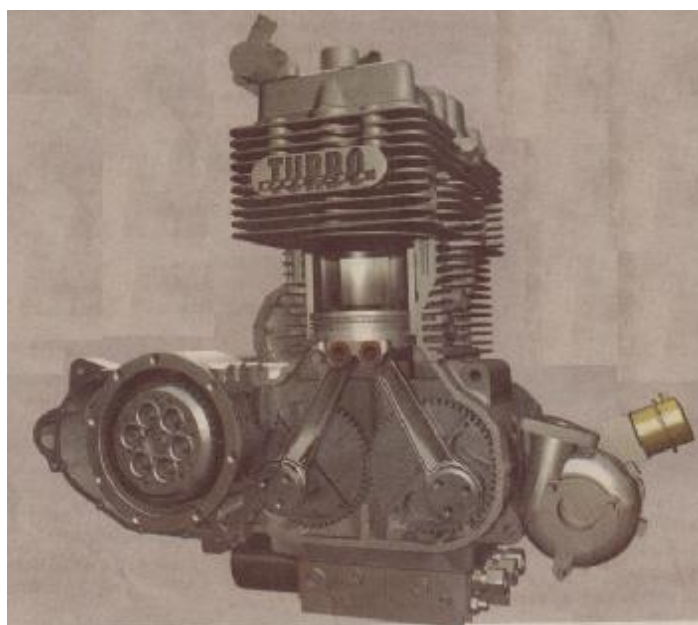
5. VÝVOJ A NETRADIČNÍ KONSTRUKCE

V současné době se mnoho výrobců snaží zdokonalovat konstrukce motocyklových motorů a vyvíjet celé nové systémy pohonu. K těmto krokům vedou obavy z ubývajících zásob ropy a z toho vyplývající snaha o snižování spotřeby pohonných hmot, ale také nároky na co nejekologičtější pohonné jednotky. V následujícím oddíle je uvedeno několik příkladů různých nových konstrukcí a vizí do budoucna.

5.1. Vznětový motor

Vznětové motory byly již v minulosti několikrát použity například u motocyklů Royal Enfield, Münch a dalších. Velkou výhodou těchto typu motorů byla vždy nízká spotřeba paliva. Ale měly i řadu nevýhod, které zabránily jejich masovějšímu rozšíření: vyšší hmotnost než zážehové motory, vyšší náklady na výrobu a nutnost použití větších zdvihových objemů pro dostatečný výkon.

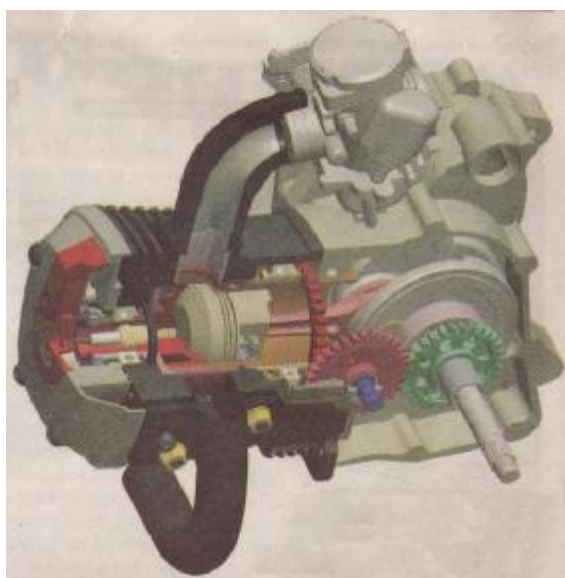
Tyto nedostatky velice dobře odstranil konstruktér Rupert Baindel na stroji Nenader 1400 s turbodieslovým motorem. Celá koncepce motoru je nevšední, je to řadový dvouválec s dvěma klikovými hřídeli, které se otáčejí proti sobě, a každý píst je na dvou ojnicích. Motor je podčtvercový a písty se pohybují souběžně. Osmiventilová hlava je typu Apfelbeck, je to patent rakouského inženýra Apfelbecka. Každý válec má v ní čtyři radiálně uspořádané ventily ovládané dvěma vačkami. Ventily jsou párované křížem, čímž je dosaženo lepší plnění válce. Každý ventil má vlastní výfukový svod, který vede do turbodmychadla Garrett s výměníkem. Za turbem je umístěn třicestný katalyzátor. Motor váží 104 kilogramů a dosahuje 94 koňských sil při 4200 otáčkách a 175 Nm při 2600 otáčkách.



Obr. 5-1 Vznětový motor Nenader 1400

5.2. Motor s rotující vložkou válce

Tento motor kombinuje výhody čtyřtakového a dvoutakového motoru. Vyvinut byl anglickou společností RCV Engines. O rozvod směsi se stará rotační válec, který spolupracuje s přepouštěcími kanály. Vložka válce má kelímkovitý tvar a rotuje kolem své osy v kluzném uložení. Ve své horní části má kalibrovaný kanál, který se při rotaci postupně kryje se sacím a výfukovým kanálem. Vložka rotuje v polovičním počtu otáček oproti klikovému hřídeli. Jediným problémem u této konstrukce bylo utěsnění přepouštěcího kanálu vůči ploše válce. Tento problém se výrobcí povedlo vyřešit patentovaným těsněním, které funguje na stejném principu jako klasické pístní kroužky. Otáčecí mechanismus je poháněn klikovým hřídelem přes ozubená kola. V hlavě válce je namontovaná zapalovací svíčka, ta se společně s vložkou otáčí, proto byla využita speciální koncovka vysokonapěťového kabelu. Podle výrobce má mít tento motor velice vyrovnaný chod a možnost mnohem vyšších dosažitelných otáček, je výrobně méně nákladný než klasické čtyřtaky a vytváří také méně škodlivin.



Obr. 5-2 Motor RCV s rotující vložkou válce

5.3. Pohon elektromotorem

Pohánět motocykly elektromotorem je snahou mnoha konstruktérů. V současné době se jedná spíše o zástavby elektromotorů do sériových motocyklů. Pohon elektromotorem má nespornou výhodu v ekologičnosti provozu a bezúdržbovosti pohonné jednotky. V současné době však nejsou k dispozici akumulátory, které by byly dostatečně lehké a zároveň měly dostatečnou výdrž.



Obr. 5-3 Motocykl Enertia s elektromotorem

5.4. Pohon palivovými články

Konstruktéři motorových vozidel se snaží zrealizovat vhodný pohon motoru pomocí vodíkových článků. Při vývoji motocyklů se prozatím touto cestou nikdo neubíral, změnou je nový koncept Suzuki nazvaný CrossCage, poháněný palivovými články. U motocyklu se uvažuje o přídavné baterii a doplňkovém pohonu elektromotorem.



Obr. 5-4 Motocykl Suzuki CrossCage

6. ZÁVĚR

Úkolem této práce bylo shrnout současný stav a tendence ve vývoji motocyklových motorů. Jak je patrné z grafických vyjádření, nejvíce motorů je vyráběno v kubaturách 650-1000 ccm a nejvíce motorů disponuje výkonem 25- 50 kW. Nejčastější uspořádání je stojatý jednoválcový motor a v těsném závěsu za ním vidlicový dvouválec. Nejpoužívanější systém chlazení je v dnešní době kapalinový a příprava palivové směsi vstřikováním. Tyto dva fakty jasně potvrzují tendenci, která požaduje po moderních motocyklových motorech co nejmenší spotřebu paliv ve všech režimech chodu a s tím související co nejmenší zátěž životního prostředí výfukovými plyny. Nejpoužívanější převodovky jsou šestistupňové. Nejčastější uspořádání ventilového rozvodu jsou čtyři ventily na válec s pohonem DOHC. Tento systém zaručuje nejlepší výměnu plynů ve válci motoru a zároveň přijatelné výrobní náklady.

V dnešní době je aktuální otázka ubývajících zásob ropy a změn v klimatu planety způsobeného skleníkovými plyny. Z toho vyplývají jasné snahy výrobců o přechod k jiným palivům. Vývoj v oblasti pohonu motocyklů elektřinou a vodíkovými články je dnes již na vysoké úrovni, a proto je jen otázkou času, kdy nahradí dosavadní spalovací motory.

7. OBSAH

7.1. Obsah

ABSTRAKT	3
SUMMARY	3
ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ.....	4
PODĚKOVÁNÍ.....	5
1. ÚVOD.....	6
1.1. Problematika a pojednání o řešení.....	6
2. HISTORIE	7
2.1. Stručná historie motocyklů a pohonných jednotek.....	7
3. KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ MOTOCYKLOVÉHO MOTORU	10
3.1. Klikový hřídel.....	10
3.2. Ojnice	11
3.3. Písty.....	12
3.4. Uspořádání motoru	12
3.5. Systémy chlazení	13
3.6. Hlava válců - rozvody.....	15
3.6.1 Ventilový rozvod.....	15
3.7. Převodovka, spojka.....	17
3.8. Zapalování	19
3.9. Příprava směsi	21
3.10. Výfuková soustava.....	23
4. SHRUTÍ SOUČASNÉHO STAVU NA TRHU	24
4.1. Rozdělení výrobců podle země původu	24
4.2. Zdvihový objem.....	25
4.3. Výkon.....	25
4.4. Uspořádání a počet válců	26
4.5. Systém chlazení	27
4.6. Příprava paliva.....	27
4.7. Počet rychlostních stupňů	28
4.8. Rozvod a počet ventilů na válec	29
5. VÝVOJ A NETRADIČNÍ KONSTRUKCE	30
5.1. Vznětový motor	30
5.2. Motor s rotující vložkou válce.....	31
5.3. Pohon elektromotorem.....	31
5.4. Pohon palivovými články.....	32
6. ZÁVĚR	33
7. OBSAH.....	34
7.1. Obsah	34
7.2. Seznam obrázků.....	35
8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	36

7.2. Seznam obrázků

Obr. 2-1 Daimlerův motocykl.....	7
Obr. 2-2 Motocykl Hildebrand a Wolfmüller	7
Obr. 2-3 Motocykl Werner	8
Obr. 3-1 Celistvé klikové hřídele čtyřválcového a dvouválcového motoru	10
Obr. 3-2 Klikový hřídel jednoválcového motoru skládaný z několika částí	11
Obr. 3-3 Klikový hřídel s děleným spodním okem.....	11
Obr. 3-4 Píst s příslušenstvím	12
Obr. 3-5 Pojistné kroužky pístního čepu	12
Obr. 3-6 Horizontálně dělená motorová skříň (Suzuki GSX-R600).....	13
Obr. 3-7 Nejznámější provedení uspořádání válců motoru.....	13
Obr. 3-8 Kapalínou chlazený motor (Ducati Desmosedici RR)	14
Obr. 3-9 Vzduchem chlazený motor (Harley Davidson).....	14
Obr. 3-10 Olejem a vzduchem chlazený motor (Suzuki Bandit 650)	15
Obr. 3-11 Schéma rozvodu OHC.....	16
Obr. 3-12 Ventilový rozvod DOHC s ozubeným převodem (Honda VFR)	16
Obr. 3-13 Schéma rozvodu OHV.....	17
Obr. 3-14 Desmodromický systém rozvodu.....	17
Obr. 3-15 Kazetová převodovka (Ducati Desmosedici RR)	18
Obr. 3-16 Mokrý vícelamelová spojka (Kawasaki Ninja 636)	18
Obr. 3-17 Bezkontaktní tranzistorový zapalovací systém.....	19
Obr. 3-18 Bezkontaktní kondenzátorový zapalovací systém	20
Obr. 3-19 Mikroprocesorový zapalovací systém (Honda CBR 1000F/600F).....	20
Obr. 3-20 Šoupátkový karburátor DellOrto VHSB 34 LD.....	21
Obr. 3-21 Baterie rovnotlakých karburátorů Mikuni	22
Obr. 3-22 Vstřikovací systém s dvěma vstřikovači a dvěma škrtíci klapkami (Suzuki GSX-R 1000)	22
Obr. 3-23 Různé typy konstrukce tlumiče výfuku	23
Obr. 4-1 Tabulka rozdělení výrobců podle země původu	24
Obr. 4-2 Tabulka rozdělení podle zdvihových objemů	25
Obr. 4-3 Graf rozdělení podle zdvihových objemů	25
Obr. 4-4 Tabulka rozdělení podle udávaného výkonu v kW.....	25
Obr. 4-5 Graf rozdělení podle udávaného výkonu v kW	25
Obr. 4-6 Tabulka rozdělení podle uspořádání a počtu válců.....	26
Obr. 4-7 Graf rozdělení podle uspořádání a počtu válců.....	26
Obr. 4-8 Tabulka rozdělení podle používaného systému chlazení	27
Obr. 4-9 Graf rozdělení podle používaného systému chlazení.....	27
Obr. 4-10 Tabulka rozdělení podle způsobu přípravy paliva	27
Obr. 4-11 Graf rozdělení podle způsobu přípravy paliva.....	27
Obr. 4-12 Tabulka rozdělení podle počtu rychlostních stupňů.....	28
Obr. 4-13 Tabulka rozdělení podle počtu rychlostních stupňů.....	28
Obr. 4-14 Tabulka rozdělení podle typu rozvodu a počtu ventilů na válec	29
Obr. 4-15 Graf rozdělení podle typu rozvodu a počtu ventilů na válec	29
Obr. 5-1 Vznětový motor Nenader 1400.....	30
Obr. 5-2 Motor RCV s rotující vložkou válce	31
Obr. 5-3 Motocykl Enertia s elektromotorem.....	32
Obr. 5-4 Motocykl Suzuki CrossCage	32

8. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Motorkari.cz [online]. 2001-2008 [cit. 2008-02-14]. Dostupný z WWW: <<http://www.motorkari.cz/>>. ISSN 1214-7125
- [2] NEPOMUCK, B., JANNECK, U. *Technická rukověť motocyklisty*. Překlad: Mgr. Jiří Vokálek. 1. vyd. České Budějovice: KOPP, 1998. 478 s. ISBN: 80-7232-059-9
- [3] WILSON, Hugo. *Velká kniha o motocyklech*. Translation copyright Milan Kuřímský. 1. vyd. Praha: Gemini, 1994. 192 s. ISBN 80-85820-22-6.
- [4] Supermoto. *Katalog: motocykly a skútry na českém trhu 2008*. Ing. František Gorczyca, Pavel Suchý, Jaroslav Šíma, Ivo Helikar. 1. vyd. Praha: Springer Media CZ, 2008. 177 s.
- [5] *České motocyklové noviny*. Šéfredaktor: Štěpán Salač. Praha: Bikes Publishing, s.r.o, [2003-7]. Dostupný z WWW: <www.motocyklovenoviny.cz>.